

Docket No. F05-161874M/ARK
NGB.314



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

re patent application of

Hajime Oyama

Serial No.: 10/689,676

Group Art Unit: Not Yet Assigned

Filing Date: October 22, 2003

Examiner: Unknown

For: **AWAKENING LEVEL ESTIMATION APPARATUS FOR A VEHICLE AND
METHOD THEREOF**

Honorable Commissioner of Patents
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Application Number 2002-308086
filed on October 23, 2002, upon which application the claim for priority is based.

Respectfully submitted,

Sean M. McGinn, Esq.
Registration No. 34,386

Date: 12/8/03
McGinn & Gibb, PLLC
Intellectual Property Law
8321 Courthouse Road, Suite 200
Vienna, VA 22182-3817
(703) 761-4100
Customer No. 21254

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年10月23日
Date of Application:

出願番号 特願2002-308086
Application Number:

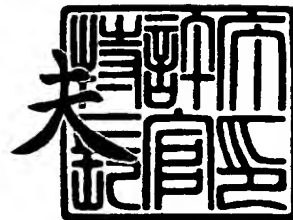
[ST. 10/C]: [JP2002-308086]

出願人 富士重工業株式会社
Applicant(s):

2003年10月31日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 RG017328

【提出日】 平成14年10月23日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B60K 28/06

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿一丁目 7 番 2 号 富士重工業株式会
社内

 【氏名】 小山 哉

【特許出願人】

 【識別番号】 000005348

 【氏名又は名称】 富士重工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100101982

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 久米川 正光

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 060635

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9813871

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両用の覚醒度推定装置および覚醒度推定方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両用の覚醒度推定装置において、

時系列的に検出された車幅方向における車両の変位量を周波数変換することにより、各周波数成分パワーを算出する信号処理部と、

前記信号処理部によって算出された周波数成分パワーの平均値を高周波成分量として算出するとともに、ドライバの覚醒度が低下した状態で顕在化するふらつき周波数を含む所定の周波数領域内における周波数成分パワーの最大値を低周波成分量として算出する周波成分量算出部と、

前記高周波成分量のヒストグラムにおいて、周波数成分パワーの低い方からカウントしていった出現頻度の和が総和に占める割合が所定の割合になる高周波パーセンタイル値を算出し、前記低周波成分量のヒストグラムにおいて、周波数成分パワーの低い方からカウントしていった出現頻度の和が総和に占める割合が所定の割合になる低周波パーセンタイル値を算出し、前記高周波パーセンタイル値と前記低周波パーセンタイル値とに基づいて、補正係数を算出する補正係数算出部と、

前記高周波成分量と前記低周波成分量との比を前記補正係数で補正することによって、評価値を算出する評価値算出部と、

前記評価値に基づいて、ドライバの覚醒度を判断する判断部と
を有することを特徴とする車両用の覚醒度推定装置。

【請求項 2】

前記所定の割合は、70%以上で90%以下であることを特徴とする請求項1に記載された車両用の覚醒度推定装置。

【請求項 3】

前記補正係数算出部は、標準的なドライバの高周波パーセンタイル値に相当する所定の標準高周波パーセンタイル値と前記算出された高周波成分パーセンタイル値との第1の比を算出し、標準的なドライバの低周波パーセンタイル値に相当

する所定の標準低周波パーセンタイル値と前記算出された低周波成分パーセンタイル値との第 2 の比を算出し、前記第 1 の比と前記第 2 の比とに基づいて、前記補正係数を算出することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載された車両用の覚醒度推定装置。

【請求項 4】

前記標準高周波パーセンタイル値に対する前記標準低周波パーセンタイル値の割合は、2 倍以上で 2.5 倍以下であることを特徴とする請求項 3 に記載された車両用の覚醒度推定装置。

【請求項 5】

前記評価値算出部は、前記高周波パーセンタイル値が所定の上限値よりも大きい場合、または、前記高周波パーセンタイル値が所定の下限値よりも小さい場合、前記高周波成分量と前記低周波成分量との比を前記評価値として算出することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載された車両用の覚醒度推定装置。

【請求項 6】

前記補正係数算出部は、前記低周波パーセンタイル値に、前記標準高周波パーセンタイル値と前記高周波パーセンタイル値との比を乗じることにより、補正低周波数パーセンタイル値を算出し、

前記評価値算出部は、前記補正低周波パーセンタイル値が所定の上限値よりも大きい場合、または、前記補正低周波パーセンタイル値が所定の下限値よりも小さい場合、前記高周波成分量と前記低周波成分量との比を前記評価値として算出することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載された車両用の覚醒度推定装置。

【請求項 7】

前記周波数成分パワーは、前記周波数成分パワーに各周波数のべき数 n を乗じた値を、前記周波数成分パワーに掛けることにより、平準化されていることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載された車両用の覚醒度推定装置。

【請求項 8】

前記評価値算出部は、前記周波成分量算出部により算出されたそれぞれの周波数成分パワーのうち、最大値を除いた周波数成分パワーに基づいて、高周波成分

量を算出することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載された車両用の覚醒度推定装置。

【請求項 9】

前記評価値算出部は、前記評価値を経時的に算出し、

前記判断部は、前記評価値に応じてカウンタの値を増加または減少させるとともに、前記カウンタの値が判定値に到達した場合、ドライバに対して警告を行うべき状況であると判断することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載された車両用の覚醒度推定装置。

【請求項 10】

算出された評価値に基づいて、ドライバの覚醒度を判断する車両用の覚醒度推定方法において、

時系列的に検出された車幅方向における車両の変位量を周波数変換することにより、各周波数成分パワーを算出する第 1 のステップと、

前記信号処理部によって算出された周波数成分パワーの平均値を高周波成分量として算出する第 2 のステップと、

ドライバの覚醒度が低下した状態で顕在化するふらつき周波数を含む所定の周波数領域内における周波数成分パワーの最大値を低周波成分量として算出する第 3 のステップと、

前記高周波成分量のヒストグラムにおいて、周波数成分パワーの低い方からカウントしていった出現頻度の和が総和に占める割合が所定の割合になる高周波パーセンタイル値を算出する第 4 のステップと、

前記低周波成分量のヒストグラムにおいて、周波数成分パワーの低い方からカウントしていった出現頻度の和が総和に占める割合が所定の割合になる低周波パーセンタイル値を算出する第 5 のステップと、

前記高周波パーセンタイル値と前記低周波パーセンタイル値とに基づいて、補正係数を算出する第 6 のステップと、

前記高周波成分量と前記低周波成分量との比を前記補正係数で補正することによって、評価値を算出する第 7 のステップと

を有することを特徴とする車両用の覚醒度推定方法。

【請求項 1 1】

前記所定の割合は、70%以上で90%以下であることを特徴とする請求項 10 に記載された車両用の覚醒度推定方法。

【請求項 1 2】

前記第 6 のステップは、

標準的なドライバの高周波パーセンタイル値に相当する所定の標準高周波パーセンタイル値と前記算出された高周波成分パーセンタイル値との第 1 の比を算出するステップと、

標準的なドライバの低周波パーセンタイル値に相当する所定の標準低周波パーセンタイル値と前記算出された低周波成分パーセンタイル値との第 2 の比を算出するステップと、

前記第 1 の比と前記第 2 の比とに基づいて、前記補正係数を算出するステップと

を含むことを特徴とする請求項 10 または 11 に記載された車両用の覚醒度推定方法。

【請求項 1 3】

前記標準高周波パーセンタイル値に対する前記標準低周波パーセンタイル値の割合は、2 倍以上で 2.5 倍以下であることを特徴とする請求項 12 に記載された車両用の覚醒度推定方法。

【請求項 1 4】

前記第 7 のステップにおいて、前記高周波パーセンタイル値が所定の上限値よりも大きい場合、または、前記高周波パーセンタイル値が所定の下限値よりも小さい場合、前記高周波成分量と前記低周波成分量との比を前記評価値として算出することを特徴とする請求項 10 から 13 のいずれかに記載された車両用の覚醒度推定方法。

【請求項 1 5】

前記第 6 のステップにおいて、前記低周波パーセンタイル値に、前記標準高周波パーセンタイル値と前記高周波パーセンタイル値との比を乗じることにより、補正低周波数パーセンタイル値を算出し、

前記第7のステップにおいて、前記補正低周波パーセンタイル値が所定の上限值よりも大きい場合、または、前記補正低周波パーセンタイル値が所定の下限值よりも小さい場合、前記高周波成分量と前記低周波成分量との比を前記評価値として算出することを特徴とする請求項10から14のいずれかに記載された車両用の覚醒度推定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両用の覚醒度推定装置および覚醒度推定方法に係り、特に、車幅方向における車両の変位を時系列的にモニタリングすることにより、ドライバの覚醒度を推定する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

ドライバの覚醒度の低下に起因した事故を未然に防止する技術の開発は、安全性の観点から重要な研究課題の一つであり、覚醒度低下を検出する手法や警報技術に関する研究が盛んに行われている。本願出願人の先願である特許文献1には、走行環境や車速に大きな変化が生じて、正確に覚醒度を判断できる覚醒度推定手法が開示されている。この推定手法では、まず、車幅方向における車両の変位量を時系列的に検出し、これらの変位量を周波数変換することにより、各周波数成分パワーが算出される。つぎに、それぞれの周波数成分パワーの平均値が高周波成分量として算出される。それとともに、ドライバの覚醒度が低下した状態で顕在化するふらつき周波数を含む所定の周波数領域内における周波数成分パワーの最大値が低周波成分量として算出される。そして、高周波成分量と低周波成分量との比に相当する評価値に基づいて、ドライバの覚醒の程度が判断される。

【0003】

【特許文献1】

特開2002-154345号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の技術では、高周波成分量が少なく、かつ、低周波成分量が多い場合に、ドライバの覚醒度が低いと判断される。しかしながら、覚醒度推定の判断基準となる高周波成分量および低周波成分量は、ドライバによって個人差がある。そのため、これらの成分量が共に多いケース（ふらつきが多いドライバ）、或いは、これらが共に少ないケース（ふらつきが少ないドライバ）では、正確な覚醒度の判断が困難になる可能性がある。

【0005】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、ドライバの個人差に拘らず、ドライバの覚醒の程度を一層正確に判断することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するために、第1の発明は、車両用の覚醒度推定装置を提供する。この推定装置は、時系列的に検出された車幅方向における車両の変位量を周波数変換することにより、各周波数成分パワーを算出する信号処理部と、信号処理部によって算出された周波数成分パワーの平均値を高周波成分量として算出するとともに、ドライバの覚醒度が低下した状態で顕在化するふらつき周波数を含む所定の周波数領域内における周波数成分パワーの最大値を低周波成分量として算出する周波成分算出部と、高周波成分量のヒストグラムにおいて、周波数成分パワーの低い方からカウントしていった出現頻度の和が総和に占める割合が所定の割合になる高周波パーセンタイル値を算出し、低周波成分量のヒストグラムにおいて、周波数成分パワーの低い方からカウントしていった出現頻度の和が総和に占める割合が所定の割合になる低周波パーセンタイル値を算出し、高周波パーセンタイル値と低周波パーセンタイル値とに基づいて、補正係数を算出する補正係数算出部と、高周波成分量と低周波成分量との比を補正係数で補正することによって、評価値を算出する評価値算出部と、評価値に基づいて、ドライバの覚醒度を判断する判断部とを有する。

【0007】

ここで、第1の発明において、上記所定の割合は、70%以上で90%以下であることが好ましい。また、補正係数算出部は、標準的なドライバの高周波パー

センタイル値に相当する所定の標準高周波パーセンタイル値と算出された高周波成分パーセンタイル値との第1の比を算出し、標準的なドライバの低周波パーセンタイル値に相当する所定の標準低周波パーセンタイル値と算出された低周波成分パーセンタイル値との第2の比を算出し、第1の比と第2の比とに基づいて、補正係数を算出することが望ましい。さらに、標準高周波パーセンタイル値に対する標準低周波パーセンタイル値の割合は、2倍以上で2.5倍以下であることが好ましい。

【0008】

また、第1の発明において、評価値算出部は、高周波パーセンタイル値が所定の上限値よりも大きい場合、または、高周波パーセンタイル値が所定の下限値よりも小さい場合、高周波成分量と低周波成分量との比を評価値として算出することが好ましい。

【0009】

また、第1の発明において、補正係数算出部は、低周波パーセンタイル値に、標準高周波パーセンタイル値と高周波パーセンタイル値との比を乗じることにより、補正低周波数パーセンタイル値を算出することが好ましい。この場合、評価値算出部は、補正低周波パーセンタイル値が所定の上限値よりも大きい場合、または、補正低周波パーセンタイル値が所定の下限値よりも小さい場合、高周波成分量と低周波成分量との比を評価値として算出することが望ましい。

【0010】

また、第1の発明において、周波数成分パワーは、周波数成分パワーに各周波数のべき数 n を乗じた値を、周波数成分パワーに掛けることにより、平準化されていることが好ましく、より具体的には、べき数 n は、2.0以上で3.0以下の値であることが望ましい。

【0011】

また、第1の発明において、評価値算出部は、周波成分量算出部により算出されたそれぞれの周波数成分パワーのうち、最大値を除いた周波数成分パワーに基づいて、高周波成分量を算出することが好ましい。

【0012】

また、第1の発明において、評価値算出部は、評価値を経時的に算出してもよい。この場合、判断部は、評価値に応じてカウンタの値を増加または減少させるとともに、カウンタの値が判定値に到達した場合、ドライバに対して警告を行うべき状況であると判断することが好ましい。さらに、判断部は、評価値に応じてカウンタの変更量を変えてもよい。

【0013】

第2の発明は、算出された評価値に基づいて、ドライバの覚醒度を判断する車両の覚醒度推定方法を提供する。この推定方法は、時系列的に検出された車幅方向における車両の変位量を周波数変換することにより、各周波数成分パワーを算出する第1のステップと、信号処理部によって算出された周波数成分パワーの平均値を高周波成分量として算出する第2のステップと、ドライバの覚醒度が低下した状態で顕在化するふらつき周波数を含む所定の周波数領域内における周波数成分パワーの最大値を低周波成分量として算出する第3のステップと、高周波成分量のヒストグラムにおいて、周波数成分パワーの低い方からカウントしていった出現頻度の和が総和に占める割合が所定の割合になる高周波パーセンタイル値を算出する第4のステップと、低周波成分量のヒストグラムにおいて、周波数成分パワーの低い方からカウントしていった出現頻度の和が総和に占める割合が所定の割合になる低周波パーセンタイル値を算出する第5のステップと、高周波パーセンタイル値と低周波パーセンタイル値とに基づいて、補正係数を算出する第6のステップと、高周波成分量と低周波成分量との比を補正係数で補正することによって、評価値を算出する第7のステップとを有する。

【0014】

ここで、第2の発明において、上記所定の割合は、70%以上で90%以下であることが好ましい。また、上記第6のステップは、標準的なドライバの高周波パーセンタイル値に相当する所定の標準高周波パーセンタイル値と算出された高周波成分パーセンタイル値との第1の比を算出するステップと、標準的なドライバの低周波パーセンタイル値に相当する所定の標準低周波パーセンタイル値と算出された低周波成分パーセンタイル値との第2の比を算出するステップと、第1の比と第2の比とに基づいて、補正係数を算出するステップとを含んでいてもよ

い。この場合、標準高周波パーセンタイル値に対する標準低周波パーセンタイル値の割合は、2倍以上で2.5倍以下であることが望ましい。

【0015】

また、上記第7のステップにおいて、高周波パーセンタイル値が所定の上限值よりも大きい場合、または、高周波パーセンタイル値が所定の下限值よりも小さい場合、高周波成分量と低周波成分量との比を評価値として算出することが好ましい。

【0016】

また、上記第6のステップにおいて、低周波パーセンタイル値に、標準高周波パーセンタイル値と高周波パーセンタイル値との比を乗じることにより、補正低周波数パーセンタイル値を算出してもよい。この場合、第7のステップにおいて、補正低周波パーセンタイル値が所定の上限值よりも大きい場合、または、補正低周波パーセンタイル値が所定の下限值よりも小さい場合、高周波成分量と低周波成分量との比を評価値として算出することが好ましい。

【0017】

【発明の実施の形態】

まず、覚醒度推定装置の具体的な説明に先立ち、本実施形態にかかる覚醒度の推定手法の概要について、図1および図2を参照しながら説明する。図1は、ふらつきが少ないドライバの眠い状況における周波成分量の分布特性図の一例であり、図2は、ふらつきが多いドライバの眠くない状況における周波成分量の分布特性図の一例である。これらの図において、横軸は高周波成分量を示し、縦軸は低周波成分量を示す。

【0018】

図示した黒丸点は、あるタイミングにおいて算出された高周波成分量と、これと同じタイミングで算出された低周波成分量とで表される座標点（周波成分量点）をプロットしたものである。ここで、「周波成分量」とは、時系列的に検出された車幅方向における車両の変位量を周波数変換することにより得られる離散的な周波数成分パワーである。通常の走行状態では、カーブ等に起因した意図的な操舵が行われるため、ドライバの覚醒状態に拘わらず、比較的高周波側の成分量

(高周波成分量)が、周波数領域の全体に亘って定常的に出現する傾向がある。本実施形態では、算出された周波数成分パワーの平均値を「高周波成分量」としている。これに対して、比較的低周波側の成分量(低周波成分量)は、覚醒度が低下している走行状態においてのみ顕在化する傾向がある。本実施形態では、所定の周波数領域内における周波数成分パワーの最大値を「低周波成分量」としている。この周波数領域は、後述するふらつき周波数を基準に設定された、ふらつき周波数を含む低周波数帯ある。

【0019】

楕円で囲まれた領域は、覚醒度推定に大きな影響を与える領域、すなわち、高周波成分量が少なく、かつ、低周波成分量が多い領域である。ドライバの覚醒度が低下するにしたがって、楕円領域内に存在する周波成分量点の個数が多くなる。低周波成分量を高周波成分量で除算した値(後述する $P'slp/P'ave$)は、ドライバの覚醒度が低下するほど、大きくなる。

【0020】

図1に示すように、ふらつきが少ないドライバが眠い状況における覚醒状態を考える。同図(a)は、算出された周波成分量点(高周波成分量, 低周波成分量)をそのままプロットした分布特性を示す。このタイプのドライバの特性としては、標準的なドライバの特性と比較して、低周波成分量が本来的に少ない。そのため、覚醒度が低下している走行下であっても、楕円で囲まれた領域内に周波成分量点があり出現しない場合がある。その結果、覚醒度が低下しているにも拘わらず、覚醒度が低下していないと誤判定してしまう可能性がある。

【0021】

一方、図2に示すように、ふらつきが多いドライバが眠くない状況における覚醒状態を考える。同図(a)は、算出された周波成分量点(高周波成分量, 低周波成分量)をそのままプロットした分布特性を示す。このタイプのドライバの特性としては、標準的なドライバの特性と比較して、低周波成分量が本来的に多い。そのため、覚醒度が低下していない走行下であっても、楕円で囲まれた領域内に周波成分量点が多数出現してしまう場合がある。その結果、覚醒度が低下していないにも拘わらず、覚醒度が低下していると誤判定してしまう可能性がある。

【0022】

上述した2つのケースにおいて誤判定が生じる原因は、ふらつきに関する個々のドライバの固有特性を考慮していない点にある。ドライバの固有特性は、低周波パーセンタイル値および高周波パーセンタイル値に反映される。図1および図2に示した白角点は、あるタイミングにおいて算出された高周波パーセンタイル値と、これと同じタイミングで算出された低周波パーセンタイル値とで表される座標点（パーセンタイル点）をプロットしたものである。あるタイミングにおいて算出されたパーセンタイル点（高周波パーセンタイル値、低周波パーセンタイル値）は、これと同じタイミングで算出された周波成分点（高周波成分量、低周波成分量）と大きな相関がある。ここで、「高周波パーセンタイル値」は、高周波成分量のヒストグラムにおいて、周波数成分パワーの低い方からカウントしていった出現頻度の和が総和に占める割合が所定の割合になるパーセンタイル値である。一人のドライバが行う一回の走行プロセスにおいて、高周波パーセンタイル値の変動は比較的少なく、ほぼ一定値となる傾向がある（ドライバの覚醒状態にはほとんど依存しない）。

【0023】

なお、本実施形態では、上記所定の割合を80%とし80パーセンタイル値（80%ile値）を用いているが、この割合は一例であって、70%以上90%以下の範囲内であればよい（次の低周波パーセンタイル値についても同様）。一方、「低周波パーセンタイル値」は、低周波成分量のヒストグラムにおいて、周波数成分パワーの低い方からカウントしていった出現頻度の和が総和に占める割合が所定の割合（例えば80%）になるパーセンタイル値（例えば80%ile値）である。この低周波パーセンタイル値は、高周波パーセンタイル値の特性とは異なり変動が大きく、覚醒度の低下に伴い変動が大きくなる傾向がある。なお、高周波パーセンタイル値と低周波パーセンタイル値との比は、ドライバが覚醒している限り、ほぼ一定値となる傾向がある。

【0024】

発明者が、多数のドライバを対象とした走行実験を行い、得られた走行データを詳細に検討した結果、標準的なドライバ（出現頻度が最も高い走行特性を示す

仮想的なドライバ) のパーセンタイル点 (高周波パーセンタイル値, 低周波パーセンタイル値) は (200, 400~500) であることが判明した。以下、標準的なドライバの高周波パーセンタイル値を「標準高周波パーセンタイル値」といい、本実施形態では200とする。また、標準的なドライバの低周波パーセンタイル値を「標準低周波パーセンタイル値」といい、本実施形態では500とする。そして、標準的なドライバのパーセンタイル点を「標準パーセンタイル点」という。なお、標準高周波パーセンタイル値に対する標準低周波パーセンタイル値の割合は、2倍以上で2.5倍以下の範囲内であればよく、例えば、標準パーセンタイル点を (200, 400) に設定してもよい。

【0025】

図1 (a) に示したケースでは、パーセンタイル点 (高周波パーセンタイル値, 低周波パーセンタイル値) が (100, 250) 近傍に集中していることが分かる。したがって、標準的なドライバのパーセンタイル点が (200, 500) であることに鑑みれば、図1 (a) に示す特性のドライバは、本来的にふらつきが少ないドライバであると判断することができる。一方、図2 (a) に示したケースでは、パーセンタイル点が (100~200, 400~600) に集中していることが分かる。したがって、標準的なドライバのパーセンタイル点が (200, 500) であることに鑑みれば、図2 (a) に示す特性のドライバは、本来的にふらつきの大きなドライバであると判断することができる。

【0026】

そこで、本実施形態では、それぞれの周波成分量点を算出されたパーセンタイル点と標準パーセンタイル点との縦横比でシフトさせることにより、周波成分量点を標準化する。例えば、図1 (a) において、ある周波成分量点 (100, 500) について考える。この場合、この周波成分量点に対応するパーセンタイル点が (100, 250) とすると、これと標準パーセンタイル点 (200, 500) との縦横比は、(横2.0倍, 縦2.0倍) となる。その結果、この周波成分量点のシフト後の座標は $(100 \times 2.0, 500 \times 2.0)$ 、すなわち (200, 1000) になる。このようなシフトを全ての周波成分量点に関して行うことにより、図1 (a) に示した分布特性は、同図 (b) に示した分布特性に補正される。このような補正を通じて、楕円で囲

まれた領域内に周波成分量点が多数出現するため、本来的にふらつきが少ないドライバに関する誤判定を有効に防止することができる。

【0 0 2 7】

また、図 2 (a) に示した分布特性に対しても同様のシフトを行う。例えば、図 2 (a) において、ある周波成分量点 (100, 1000) について考える。この場合、この周波成分量点に対応するパーセンタイル点が (100, 500) とすると、これと標準パーセンタイル点 (200, 500) との縦横比は、(横2.0倍、縦1.0倍) となる。その結果、この周波成分量点のシフト後の座標は $(100 \times 2.0, 1000 \times 1.0)$ 、すなわち (200, 1000) になる。このようなシフトを全ての周波成分量点に関して行うことにより、図 2 (a) に示した分布特性は、同図 (b) に示した分布特性に補正される。このような補正を通じて、楕円で囲まれた領域内に出現する周波成分量点の数が減少するため、本来的にふらつきが多いドライバに関する誤判定を有効に防止することができる。

【0 0 2 8】

このように、算出されたパーセンタイル点と標準パーセンタイル点との縦横比で、高周波成分量と低周波成分量とを補正する。これにより、ふらつきに関するドライバの個人差に拘わらず、全てのドライバを標準的なドライバと同等に取り扱うことができる。その結果、ドライバの覚醒の程度を一層正確に判断することが可能となる。

【0 0 2 9】

つぎに、図 3 を参照しながら、本実施形態における車両覚醒度推定装置について説明する。横変位検出部 1 は、車幅方向における車両の変位 (横変位) を検出する。この検出部 1 には、例えば CCD (固体撮像素子) 等を用いたステレオカメラや単眼カメラを用いることができる。画像情報処理部 2 は、横変位検出部 1 で得られた画像を処理して車両の変位量を求める。例えば、CCD で道路の左右車線を撮像しておき、1 フレームの画像データを画像情報処理部 2 のメモリに記憶する。そして、画像認識技術を用いて左右車線をそれぞれ認識する。この認識プロセスにおいては、車線に関するテンプレートやステレオマッチング等といった周知の認識手法を用いて、1 フレームの画像データから車線に相当する領域を

特定する。左右車線内における車両位置は、例えば、横方向における車両の中心から左右車線の中央までの距離および道路幅から計算することができる。

【0030】

なお、横変位検出部 1 は、カメラ等の自立型検出装置の他にも、道路中に埋設された磁気ネイルに基づいた路車間通信、或いは GPS およびナビゲーションシステムを車速と組み合わせることで横変位を検出することも可能である（ナビゲーションを用いたふらつき警報に関しては特開平 9 - 9 9 7 5 6 号公報を参照）。さらに、操舵角により横変位を推定することが可能なので、横変位検出部 1 として操舵角センサを用いてもよい。また、ヨーレートや横 G を検出することにより横変位を推定してもよい。車両の横方向のふらつき（変位置量）は、例えば、分解能 1 mm、時間ステップ 0.1 秒で計測する。変位置量に関するデータは、シフトレジスタ 3 中に随時格納される。シフトレジスタ 3 には、時系列的に算出された一連の変位置量データが所定時間分だけ格納されている。シフトレジスタ 3 中に格納されたデータは、新たな変位置量データの算出・格納にともない順次更新されていく。

【0031】

FFT 信号処理部 4、周波成分量算出部 5、補正係数算出部 7、評価値算出部 8 および判断部 9 は、CPU、RAM、ROM、および入出力回路等を主体に構成された一般的なコンピュータにより実現される機能的なブロックである。後述するルーチンを実行するアプリケーションの制御下において、コンピュータを構成する各構成部材が相互に作用することにより機能ブロック 4、5、7～9 が実現される。なお、ROM 中には、覚醒度推定プログラム、補正係数算出ルーチンにおける下限値 $\alpha 1 \text{ low}$ 、 $\alpha 2' \text{ low}$ および上限値 $\alpha 1 \text{ high}$ 、 $\alpha 2' \text{ high}$ 、補正係数算出における標準値、高周波成分量 $P' \text{ ave}$ の下限値 $P \text{ low}$ 、ステップ値 β の設定用テーブルおよび警報判定値 $D 1$ 、 $D 2$ 等が記憶されている。

【0032】

図 4 は、評価値算出ルーチンのフローチャートであり、このルーチンは所定の間隔で繰り返し実行される。まず、ステップ 1 において、FFT 信号処理部 4 は、シフトレジスタ 3 に格納された過去 X 秒間の変位置量データを Y 秒（例えば 90 秒

以下) ごとに読み出す。サンプル時間 X は、覚醒度を精度よく推定するため、ある程度長い時間 (例えば50秒から80秒程度) を設定しておくことが好ましい。

【0 0 3 3】

ステップ2において、FFT信号処理部4は、時系列的に検出された変位量を高速フーリエ変換 (FFT) 等を用いて周波数変換して、周波数スペクトルにおける各周波数成分パワー (振幅) $P[i]$ を算出する。本実施形態では、0.03~0.3 [Hz] の周波数領域において、0.02 [Hz] 刻みで16個の周波数成分パワー $P[1] \sim P[16]$ を算出している。0.03Hzよりも低い周波数領域を考慮しない理由は、その領域のパワーはカーブ走行時に増大する傾向があり、ドライバの覚醒の程度とは直接関係がないからである。また、0.3Hzより高い周波数領域を考慮しない理由は、通常、その周波数領域内におけるパワーは無視できる程度に小さいので、評価値 H の算出に要する演算量を減らすためである。

【0 0 3 4】

ここで、変位量と周波数成分パワーとの関係について説明する。図5は運転開始からの経過時間および横変位量の変化との関係を示した図である。これらは、比較的空いた自動車専用道を比較的単調な走行環境で走行したことを想定した場合の測定結果である。走行約10分後は、本線に合流して交通の流れに乗って走行するようになった直後の状態であり、変位量も未だ小さい。約20分が経過すると、走行環境にも慣れリラックスした状態になり、走行開始直後よりも低周波成分の変化量が増加し、高周波成分が減少している。約50分を経過すると、運転が退屈であったり少し眠気を感じる状態になり、時々大きな変位量が生じる傾向が生じる。この場合、20分経過時と比べて、低周波成分の変位量が増加する傾向がさらに顕著になる。

【0 0 3 5】

図6は、図5の各経過時間における変位量を周波数変換して、周波数成分 i およびそのパワー $P[i]$ の関係を示した図であり、離散的な各周波数成分パワー $P[i]$ を折れ線的に繋いで表現したものである。点線は走行約10分後における各周波数成分パワー $P[i]$ 、破線は約20分後のパワー $P[i]$ 、実線は約50分経過後のパワー $P[i]$ をそれぞれ示している。この図から、走行時間が長くなるほど、低周波

領域の周波数成分パワー $P[i]$ が増加する傾向にあることがわかる。

【0036】

ステップ3において、周波成分算出部5は、0.03~0.3[Hz]の周波数領域（ $i=1\sim 16$ ）における各周波数成分パワー $P[i]$ を下式にしたがって平準化して、平準化された周波数成分パワー $P'[i]$ を算出する。

【数1】

$$P'[i] = P[i] \cdot f^n$$

（べき数 n : $2.0 \leq n \leq 3.0$ ）

【0037】

車線内における車両のふらつきは、自然界に多く存在する揺らぎの一つであると考えた場合、その振幅は $1/f$ であり、パワーは $1/f^2$ となる。したがって、数式1におけるべき数 n は理論的には2.0でよいが、実験結果より、 $n=2.5$ とすることが好ましい。これは、車の諸元や運転に関するドライバの個人差、或いは走路の影響等によるものと思われる。ただし、2.0から3.0の範囲内の任意のべき数を用いてもドライバの覚醒度を判断することが可能である。本実施形態では、べき数 n として2.5を用いている。

【0038】

図7は、周波数成分 i と平準化された周波数成分パワー $P'[i]$ との関係を示した図である。平準化された周波数成分パワー $P'[i]$ の分布より、全体的な特性を視覚的に確認できる。同図から、約50分後に低周波領域、特に、ふらつき周波数 f_1 である0.1[Hz]付近である0.09[Hz]のパワー $P'[4]$ と、0.11[Hz]のパワー $P'[5]$ とが急激に増大していることがわかる。ドライバの覚醒度が低下している状態では、車両の横変位に関して、ふらつき周波数 f_1 付近のパワーが顕在化する傾向がある。換言すれば、覚醒度が下がった状態では、ふらつき周波数 f_1 を含む低周波数領域のパワーのみが増大し、それ以外のレベルは低いという特徴を有する。このような傾向に鑑み、ふらつき周波数 f_1 付近におけるパワーのピークと、それ以外の周波数領域のパワー状態とを比較することにより、ドライバの覚醒度を判断することができる。

【0039】

ここで、「ふらつき周波数 f_1 」とは、ドライバの覚醒度が低下した状態（居眠り状態を含む）で顕在化（または収れん）する周波数をいう。一般に、乗用車では0.08~0.12[Hz]あたりに出現する傾向があるが、実際には、ステアリング操作にともなう車両挙動の反応遅れ、車両特性、車速等の影響を受けるため、実験やシミュレーション等を通じて、車種毎に適切な値を設定する。本実施形態では、ふらつき周波数 f_1 を0.1[Hz]に設定している。

【0040】

ステップ3に続くステップ4において、周波成分算出部5は、各周波数成分パワー $P'[1] \sim P'[16]$ の総和を求め、その平均値を高周波成分 P'_{ave} として算出する。ただし、本実施形態では、ドライバの覚醒の程度をより正確に評価値 H に反映するため、各周波数成分パワー $P'[1] \sim P'[16]$ のうちパワーが最大となるものを除外し、残りの周波数成分パワー $P'[i]$ より高周波成分 P'_{ave} を算出する。このようなフィルタリングを行う理由は、ふらつき周波数 f_1 のパワーの増大の影響と外乱の影響とを除去するためである。

【0041】

ステップ5において、周波成分算出部5は、ふらつき周波数パワー判定、すなわち、ふらつき周波数 f_1 (0.01[Hz]) を含む所定の周波数領域 (0.09~0.11[Hz]) における周波数成分パワー $P'[4]$, $P'[5]$ の大小を比較する。そして、パワーの大きい方が高周波成分 P'_{slp} としてセットされる。すなわち、0.11[Hz] のパワー $P'[5]$ が0.09[Hz] のパワー $P'[4]$ よりも小さい場合には、高周波成分 P'_{slp} としてパワー $P'[5]$ がセットされる（ステップ6）。一方、0.09[Hz] のパワー $P'[4]$ が0.11[Hz] のパワー $P'[5]$ 以上の場合には、高周波成分 P'_{slp} としてパワー $P'[4]$ がセットされる（ステップ7）。そして、ステップ4~7において算出された高周波成分 P'_{ave} と低周波成分 P'_{slp} との組がシフトレジスタ6に格納される。

【0042】

ステップ8において、補正係数算出部7は、高周波成分 P'_{ave} と低周波成分 P'_{slp} とに基づいて、補正係数 K_2 を算出する。図8は、補正係数算出ルーチンのフローチャートであり、このルーチンは所定の間隔で繰り返し実行される。

まず、ステップ 2 1 において、補正係数算出部 7 は、シフトレジスタ 6 に格納された高周波成分量 $P'ave$ の履歴を取得する。本実施形態では、取得する高周波成分量 $P'ave$ の履歴の数を、一例として 5 0 0 サンプルとする。

【0 0 4 3】

ステップ 2 2 において、補正係数算出部 7 は、高周波成分量 $P'ave$ に基づいて、高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ を算出する。図 9 は、高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ の説明図である。まず、補正係数算出部 7 は、取得したサンプル分について高周波成分量 $P'ave$ のヒストグラムを作成する。つぎに、このヒストグラムにおいて、周波数成分パワーの低い方からカウントしていった出現頻度の和が総和に占める割合が所定の割合になる値を高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ とする。本実施形態では、この割合を 8 0 % として高周波成分量 $P'ave$ の 8 0 パーセンタイル値を算出する。換言すれば、このように算出される値 $\alpha 1$ は、周波数成分パワーの低い方から 8 0 % のしきい値である。このしきい値によって、ヒストグラムにおける異常値が除かれ、このヒストグラムにおける主要なデータ範囲を正規分布に近づけることができる。

【0 0 4 4】

ステップ 2 3 において、補正係数算出部 7 は、シフトレジスタ 6 に格納された低周波成分量 $P'slp$ の履歴を取得する。本実施形態では、取得する低周波成分量 $P'slp$ の履歴の数を、一例として 5 0 0 サンプルとする。

【0 0 4 5】

ステップ 2 4 において、補正係数算出部 7 は、低周波成分量 $P'slp$ に基づいて、低周波パーセンタイル値 $\alpha 2$ を算出する。まず、補正係数算出部 7 は、取得したサンプル分について低周波成分量 $P'slp$ のヒストグラムを作成する。つぎに、このヒストグラムにおいて、周波数成分パワーの低い方からカウントし、低周波成分量 $P'slp$ の 8 0 パーセンタイル値を低周波パーセンタイル値 $\alpha 2$ とする。

【0 0 4 6】

ステップ 2 5 において、補正係数算出部 7 は、高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ が正常であるか否か判断する。すなわち、この値 $\alpha 1$ が所定の下限値 $\alpha 1 low$ (例えば、100) よりも大きいか、または、この値 $\alpha 1$ が所定の上限値 $\alpha 1 high$ (例

例えば、300) よりも小さい否かを判断する。高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ が下限値 $\alpha 1 \text{ low}$ から上限値 $\alpha 1 \text{ high}$ の範囲内であれば、ステップ 27 に進む。これに対して、高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ が下限値 $\alpha 1 \text{ low}$ よりも小さい場合、または、上限値 $\alpha 1 \text{ high}$ よりも大きい場合、高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ が正常でないと判断し、ステップ 26 に進む。このようなしきい値を設けた理由は、これらの値の範囲内に高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ がない場合には、ドライバの個人差以上の要因の影響（環境要因の影響など）が大きく、標準的なドライバに補正するデータとしては不適切だからである。すなわち、高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ が下限値 $\alpha 1 \text{ low}$ より小さい場合は、このようなドライバに対して補正を行うと、覚醒度が低下していると誤判定を招く可能性が高い。また、高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ が上限値 $\alpha 1 \text{ high}$ よりも大きい場合は、車両のふらつきが正確に識別されていない状態や、高速道路の乗り始めなどで発生する可能性が高い。

【0047】

ステップ 26 において、補正係数 $K2$ として 1 がセットされる。これは、後述する評価値 H を算出するステップ 11 において、 P'_{slp}/P'_{ave} の値を補正することなく、この値をそのまま評価値 H とすることを意味する。

【0048】

一方、ステップ 27 において、補正係数算出部 7 は、高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ と所定の標準高周波パーセンタイル値との比である $K1$ を算出する。この標準高周波パーセンタイル値は、標準的なドライバの高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ に相当する値であり、本実施形態では 200 に設定されている。つぎに、ステップ 28 において、補正係数算出部 7 は、低周波パーセンタイル値 $\alpha 2$ に、ステップ 27 で算出した比 $K1$ を乗じることにより、補正低周波パーセンタイル値 $\alpha 2'$ を算出する。

【0049】

ステップ 29 において、補正係数算出部 7 は、補正低周波パーセンタイル値 $\alpha 2'$ が正常であるか否かを判断する。すなわち、この値 $\alpha 2'$ が所定の下限値 $\alpha 2' \text{ low}$ (例えば、400) よりも大きいのか、または、この値 $\alpha 2'$ が所定の上限値 $\alpha 2' \text{ high}$ (例えば、500) よりも小さいか否かを判断する。補正低周波パーセンタイ

ル値 $\alpha 2'$ が下限値 $\alpha 2'_{\text{low}}$ から上限値 $\alpha 2'_{\text{high}}$ の範囲内であれば、ステップ 30 に進む。これに対して、補正低周波パーセンタイル値 $\alpha 2'$ が下限値 $\alpha 2'_{\text{low}}$ よりも小さい場合、または、上限値 $\alpha 2'_{\text{high}}$ よりも大きい場合、補正低周波パーセンタイル値 $\alpha 2'$ が正常でないと判断し、ステップ 26 に進む。このようなしきい値を設けた理由は、これらの値の範囲内に補正低周波パーセンタイル値 $\alpha 2'$ がない場合には、ドライバの個人差以上の要因の影響が大きく、標準的なドライバに補正するデータとしては不適切だからである。すなわち、補正低周波パーセンタイル値 $\alpha 2'$ が下限値 $\alpha 2'_{\text{low}}$ より小さい場合、このようなドライバに対して補正を行うと、覚醒度が低下していると誤判定を招く可能性が高い。また、補正低周波パーセンタイル値 $\alpha 2'$ が上限値 $\alpha 2'_{\text{high}}$ より大きい場合には、ドライバの覚醒度の低下が継続している状態である。

【0050】

ステップ 26 において、補正係数 $K2$ として 1 がセットされる。これは、ステップ 26 の場合と同様に、後述する評価値 H を算出するステップ 11 において、 $P'_{\text{slp}}/P'_{\text{ave}}$ の値を補正することなく、この値をそのまま評価値 H とすることを意味する。

【0051】

ステップ 30 において、補正係数算出部 7 は、補正低周波パーセンタイル値 $\alpha 2'$ に基づいて補正係数 $K2$ を算出する。この補正係数 $K2$ は、補正された低周波パーセンタイル値 $\alpha 2'$ と所定の標準低周波パーセンタイル値との比として算出される。この標準低周波パーセンタイル値は、標準的なドライバの高周波パーセンタイル値 $\alpha 2$ に相当する値であり、本実施形態では 500 に設定されている。

【0052】

なお、このように算出された補正係数 $K2$ は、高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ および補正低周波パーセンタイル値 $\alpha 2'$ が正常であるか否か判断するために、ステップ 25～30 により算出される。しかしながら、その値を算出するだけであれば、以下の算出手順で算出してもよい。まず、標準高周波パーセンタイル値と、高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ との比である第 1 の比を算出する。つぎに、標準低周波パーセンタイル値と、高周波パーセンタイル値 $\alpha 2$ との比である第 2 の比

を算出する。そして、このように算出された第1の比と第2の比とを積算すれば、補正係数K2が算出できる。

【0053】

ステップ9において、評価値算出部8は、高周波成分量P'aveの下限判定、すなわち、高周波成分量P'aveが予め設定された下限値P low（例えば100）よりも小さいか否かを判断する。高周波成分量P'aveが下限値P lowよりも小さい場合には、ドライバの覚醒の状態が安定しているものと判断し、高周波成分量P'aveに下限値P lowをセットする（ステップ10）。これにより、ステップ11における評価値Hの算出に際して、分母が過小になり評価値Hが不適切に大きくなってしまふことを防ぐ（評価値Hの増大は覚醒度の低下を意味する）。これに対して、高周波成分量P'aveが下限値P low以上であれば、ステップ10をスキップしてステップ11に進む。

【0054】

ステップ11において、評価値算出部8は、評価値Hを下式に基づいて算出する。この評価値Hは、経時的要素を考慮しない瞬間的な覚醒度に相当し、高周波成分量P'aveと、低周波成分量P'slpとの比を補正係数K2で補正することによって算出される。なお、上述したように高周波パーセンタイル値 $\alpha 1$ および補正低周波パーセンタイル値 $\alpha 2'$ が異常であると判定された場合は、ステップ26において補正係数K2に1がセットされる。この場合に算出された評価値Hは、補正係数K2によって補正せずに算出された評価値Hに相当する。そして、ステップ11において評価値Hが算出された後、本ルーチンを抜ける。

【数2】

$$H = (P'slp \times K2) / P'ave \times 100$$

【0055】

図7に示したように、評価値Hは、ドライバが覚醒している状態では（約10分経過後）、低周波成分量P'slp（P'[4]またはP'[5]）が小さいため、小さな値となる。これに対して、ドライバの覚醒度が低下している状態では（約50分経過後）、低周波成分量P'slpが増大するため、評価値Hの値は大きくなる。このように、評価値Hは、ドライバの覚醒度を反映した値となる。

【0056】

図10は、警報判定ルーチンのフローチャートであり、このルーチンは所定の間隔で繰り返し実行される。まず、ステップ31において、判断部9は、別ルーチンである評価値算出ルーチンで算出された評価値Hに基づき、下表よりステップ値 β として定数 $\beta 1 \sim \beta 8$, 0を設定する。なお、これらの定数は、評価値Hの値に応じて覚醒度カウンタDの変更量を変えるため、 $|\beta 1| > |\beta 2| > |\beta 3| > |\beta 4| > |\beta 5|$, $|\beta 6| < |\beta 7| < |\beta 8|$ を具備する非線形な関係を有する。

【0057】

(ステップ値の設定)

評価値H	ステップ値 β	評価値H	ステップ値 β
>1000	+ $\beta 1$	>300	± 0
>900	+ $\beta 2$	>200	- $\beta 6$
>800	+ $\beta 3$	>100	- $\beta 7$
>500	+ $\beta 4$	>0	- $\beta 8$
>400	+ $\beta 5$		

【0058】

つぎに、ステップ32において、判断部9は、覚醒度カウンタDの現在値にステップ値 β を加算または減算することにより、覚醒度カウンタDの値を更新する。そして、ステップ33において、一次警報判定、すなわち、覚醒度カウンタDが第1の判定値D1以上であるか否かが判断される。このステップ33で否定判定された場合には、ドライバが覚醒している状態であると判断して、本ルーチンを抜ける。一方、覚醒度カウンタDが第1の判定値D1以上ならば、ドライバに対して覚醒を促す必要があると判断して、ステップ34に進む。

【0059】

ステップ34では、二次警報判定、すなわち、覚醒度カウンタDが第2の判定値D2以上であるか否かが判断される。このステップ34で否定判定された場合には、ドライバの覚醒度の低下による車両のふらつきを警告すべく、警報部10に対して一次警報を指示した上で(ステップ35)、本ルーチンを抜ける。一方、ステップ34で肯定判定された場合には、ドライバの覚醒度がさらに低下した

居眠り状態を警告すべく、警報部 1 0 に対して二次警報処理を指示した上で（ステップ 3 6）、本ルーチンを抜ける。

【0 0 6 0】

判断部 9 からの指示を受けて、警報部 1 0 は、ドライバに覚醒を促すための各種の警報処理を実行する。警報処理には様々なものが考えられるが、一例として追突警報を鳴らすことが挙げられる。すなわち、覚醒度が低下していると判断された場合、平常時よりも警報車間距離を長め（タイミングは早め）に設定する。また、警報部 1 0 は逸脱警報を鳴らしてもよい。例えば、車線を踏む瞬間に鳴らすようにしたタイミングを覚醒度の低下時に早く設定する。さらに、居眠り警報を鳴らしてもよい。例えば覚醒度の低下時に、ふらつき警報音とともに表示画面上に「ふらつき注意」と表示する。

【0 0 6 1】

図 1 1 は、高速道路走行時における実際の計測結果を示す図であり、下段は車両の横変位の特性、上段は評価値 H の特性、中段は覚醒度カウンタ D の特性をそれぞれ示している。走行開始から 1400 秒を経過したあたりから、車両の横変位に特徴的なピークが連続的に出現し、0.1[Hz]のふらつき周波数 f_1 が顕在化する。これにより、評価値 H が増大し、覚醒度カウンタ D の値がインクリメントされていくため、ドライバに対する警報が適切に発せられる。なお、計測状況によっては、1400 秒以前においても評価値 H のピークが単発的に出現している。しかしながら、本実施形態では、そのようなピークが連続的に出現しない限り（換言すれば、覚醒度カウンタ D が継続的にインクリメントされていかない限り）、ドライバに対する警報は発せられない。

【0 0 6 2】

このように、本実施形態では、補正係数 K_2 によって評価値 H を補正することにより、ドライバの個人差に起因した高周波成分量 P'_{ave} の値と低周波成分量 P'_{slp} の値との大小を解消することができる。したがって、図 1 および図 2 に示すような様々なドライバを標準的なドライバとして扱うことができるため、ドライバの個人差に起因した誤判定の問題を解消することができ、ドライバの覚醒の程度を一層正確に判断することができる。

【0063】

また、本実施形態では、高周波パーセントイル値 α_1 および補正低周波パーセントイル値 α_2' が正常でないと判断された場合には、補正係数 K_2 による補正を行わず ($K_2=1$ に相当) に評価値 H を算出している。このように評価値 H を算出しているため、環境要因などの影響が大きい場合に、これらの影響までも補正して評価値 H を算出するような問題を解消できる。

【0064】

また、本実施形態では、ふらつき周波数 f_1 付近におけるパワーのピークを、それ以外の周波数領域のパワーと比較することにより、ドライバの覚醒度を判断している。したがって、平常運転時のサンプルを予め用意する必要がなく、判定時のデータ (その直前のデータを含めて) のみに基づいて、ドライバの覚醒度を判定できる。そのため、走行環境の変化に依存することなく覚醒度を適切に判定することができ、従来技術のような走行環境の変化に起因した誤判定の問題を解消できる。

【0065】

また、上述した高周波成分量 P'_{ave} のレベルについて下限値を設定した上で、評価値 H を算出している。これにより、評価値 H の算出式である数式 2 における分母が P'_{ave} により過小になることを規制するため、高速走行時におけるわずかな外乱やドライバ固有の運転パターンの影響を受けることなく、覚醒度の推定を精度よく行うことが可能となる。

【0066】

また、本実施形態では、車両の横変位のふらつきにより、ふらつき周波数 f_1 を含む周波数領域内におけるパワーのピークが、それ以外の周波数領域のパワーよりも顕在化した場合、ドライバの覚醒度低下を検出する。このような検出手法では、安定した高速走行時に、横変位量が総じて小さい状況や軽い横風や大型車の脇を通過する状況が生じたとしても、覚醒度の誤判定を防止できる。

【0067】

さらに、従来は、単発覚醒度の時間平均を取って最終的な覚醒度を算出し、その値を警報判定用のしきい値と比較することにより、警報の有無を判断していた

。しかしながら、このような従来の手法では、警報の時間遅れが発生するという問題がある。これに対して、本実施形態のようなカウンタ方式では、単発覚醒度に相当する評価値Hが大きい場合（特に覚醒状態が著しく低下している場合）、覚醒度カウンタ値Dのステップ値 α を大きくしている。したがって、線形カウンタである時間平均処理と比較して、警報を遅滞なく発することができる。

【0068】

【発明の効果】

このように本発明では、補正係数により評価値を補正することにより、様々なドライバを標準的なドライバとして扱うことができる。このため、ドライバの個人差に起因した誤判定を解消することができ、ドライバの覚醒の程度を一層正確に判断することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 ふらつきが少ないドライバの眠い状況における周波成分量の分布特性図

【図2】 ふらつきが多いドライバの眠くない状況における周波成分量の分布特性図

【図3】 覚醒度推定装置のブロック構成図

【図4】 評価値算出ルーチンのフローチャート

【図5】 横変位量の経時的な変化を示す図

【図6】 各周波数成分パワーを示した図

【図7】 評価値算出の説明図

【図8】 補正係数算出ルーチンのフローチャート

【図9】 高周波パーセンタイル値の説明図

【図10】 警報判定ルーチンのフローチャート

【図11】 高速道路走行時における実際の計測結果を示す図

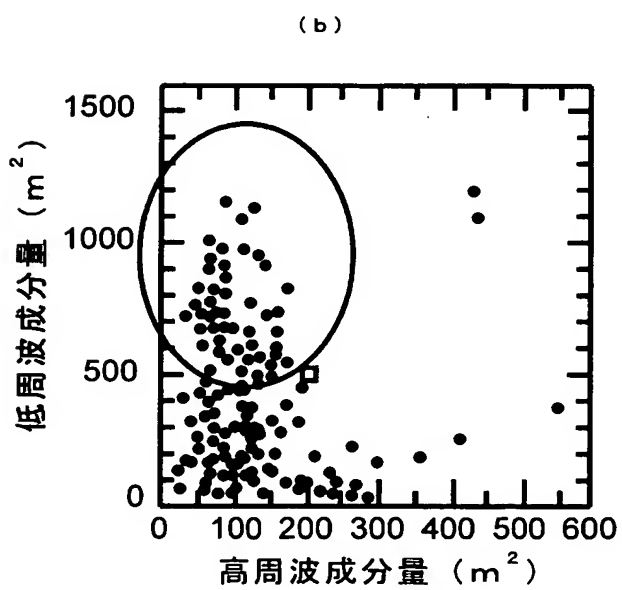
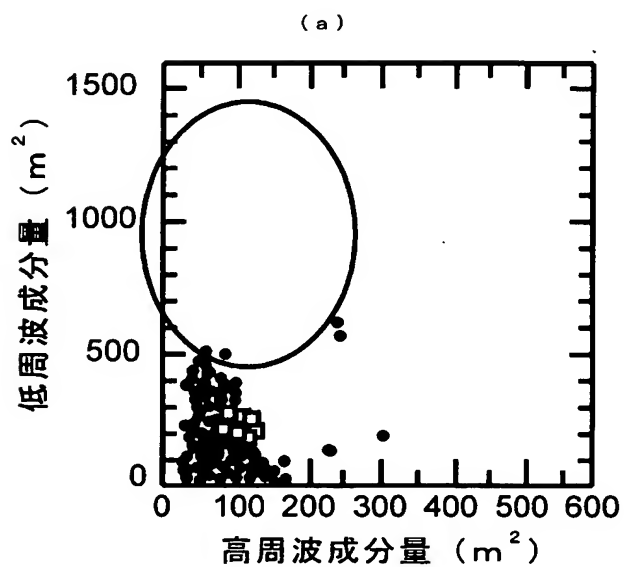
【符号の説明】

- 1 横変位検出部
- 2 画像情報処理部
- 3 シフトレジスタ

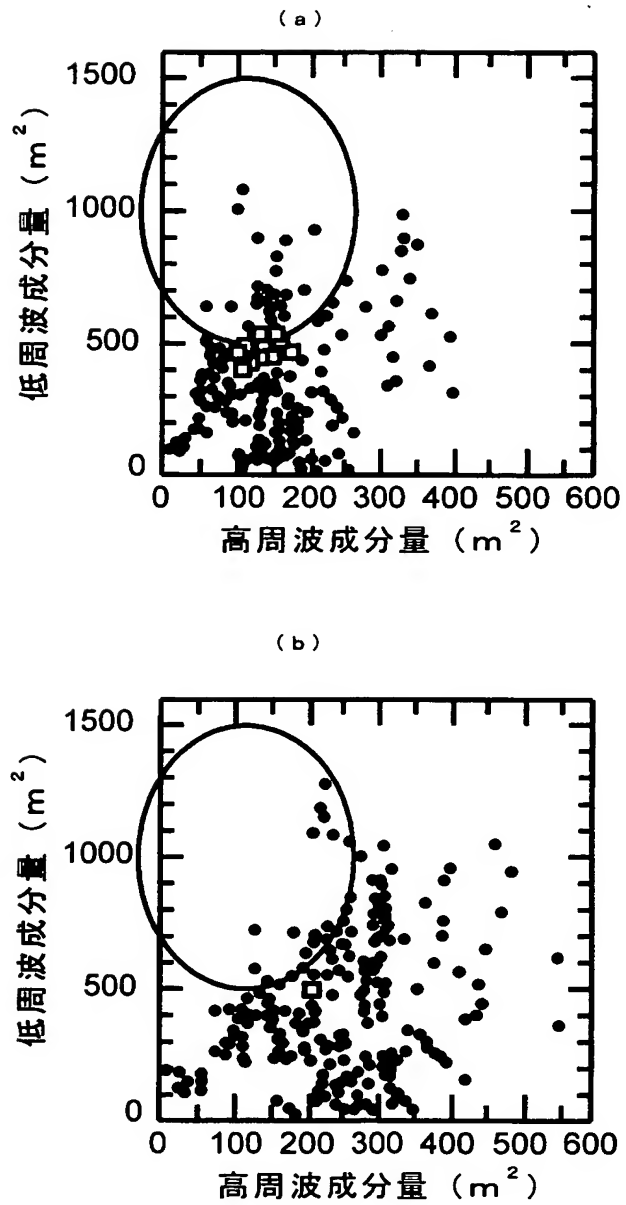
- 4 F F T 信号処理部
- 5 周波成分量算出部
- 6 シフトレジスタ
- 7 補正係数算出部
- 8 評価値算出部
- 9 判断部
- 1 0 警報部

【書類名】 図面

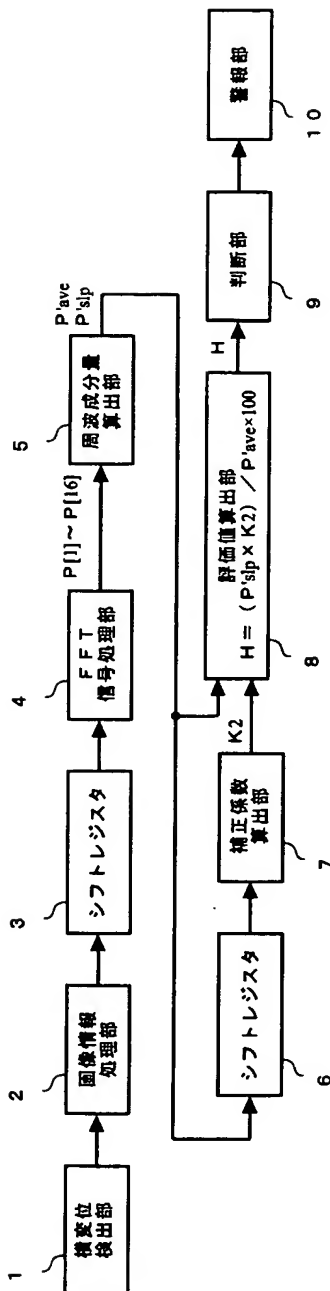
【図 1】



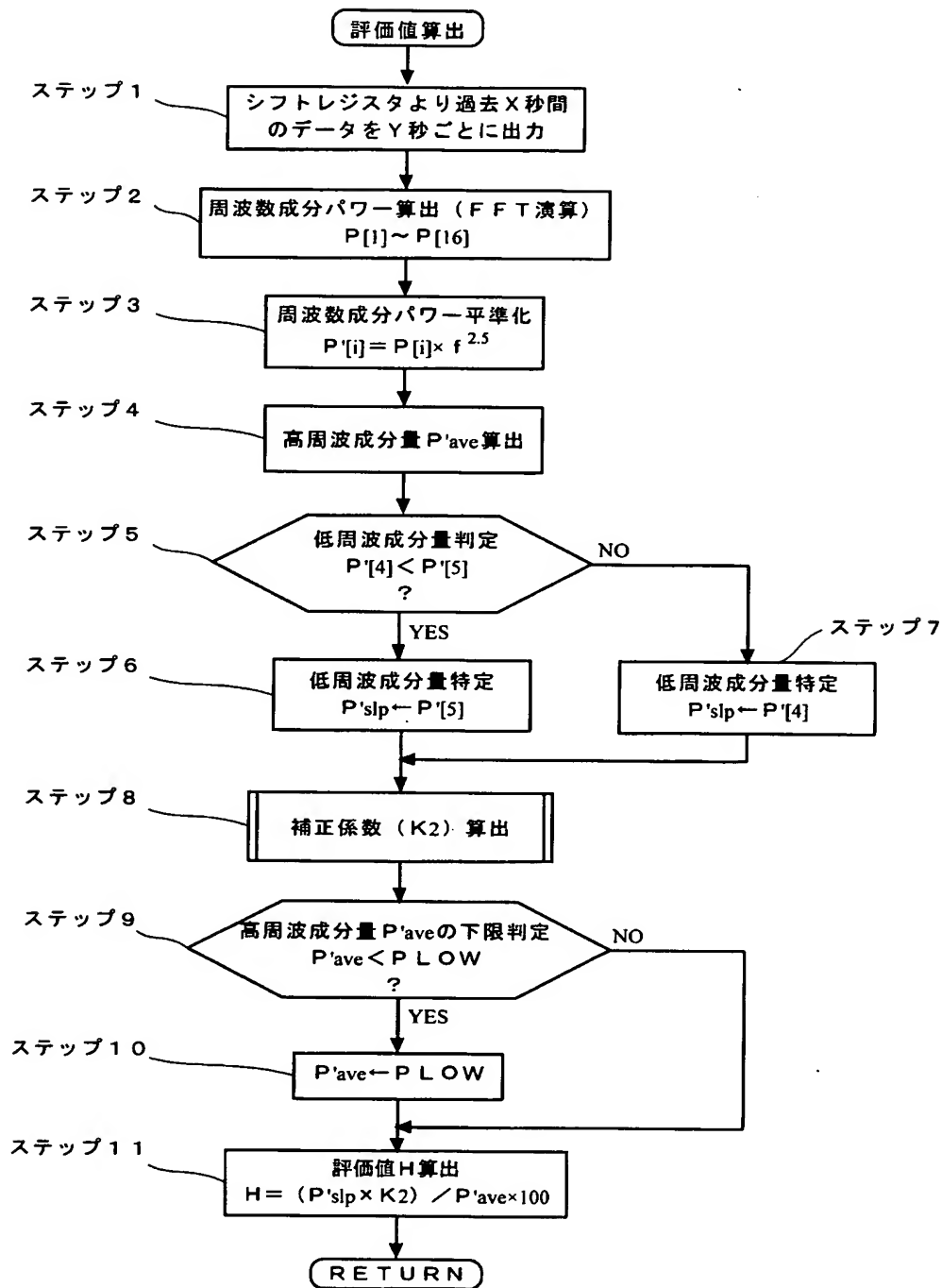
【図 2】



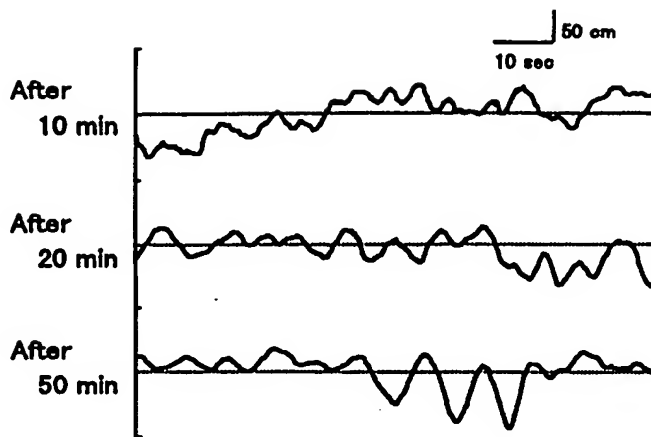
【図 3】



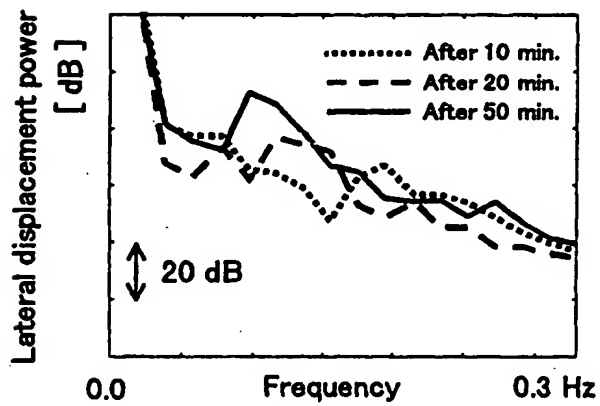
【図 4】



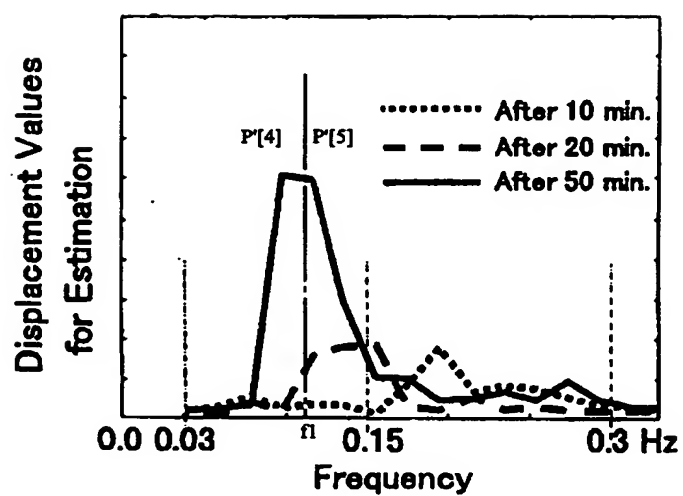
【図 5】



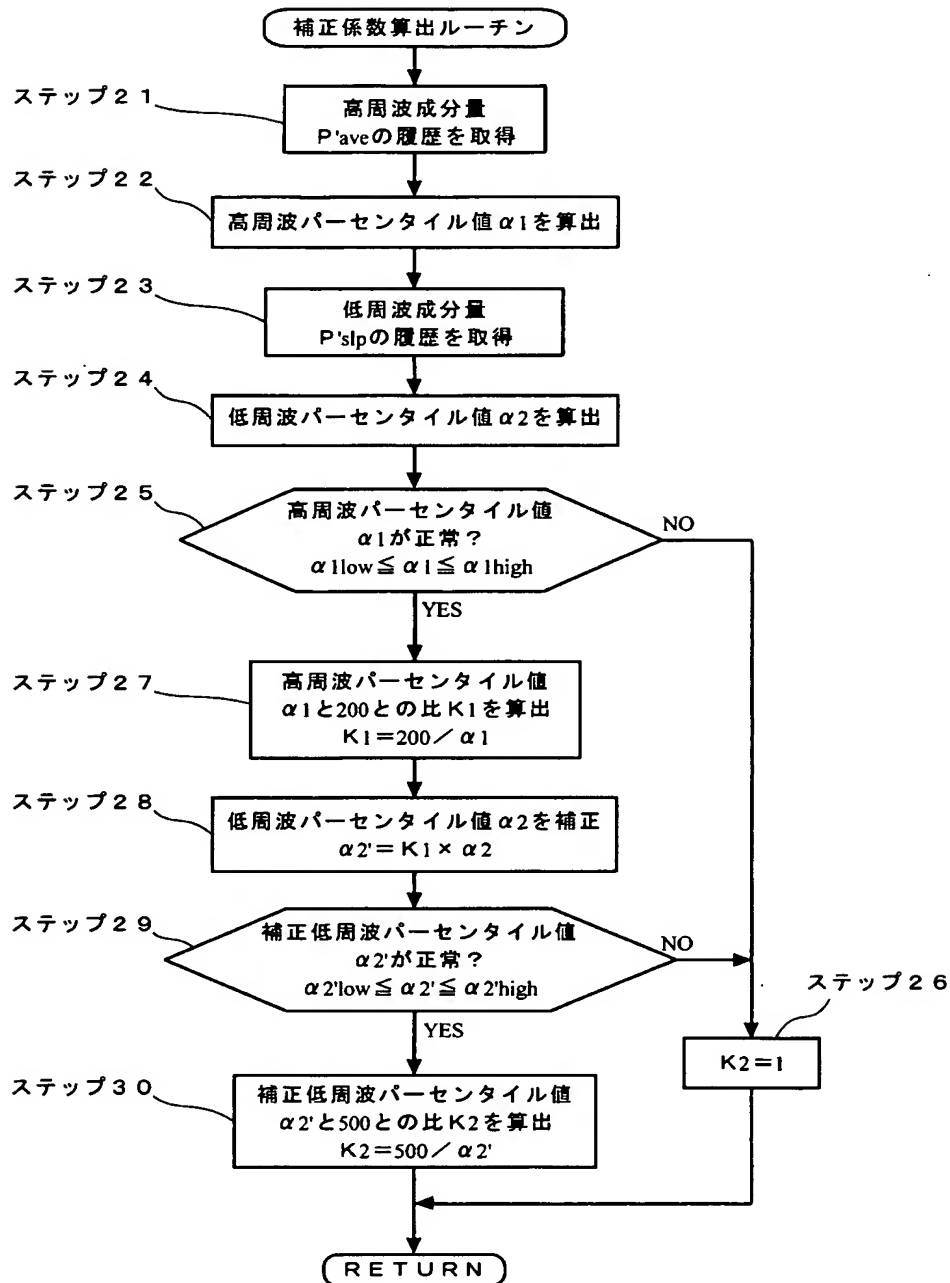
【図 6】



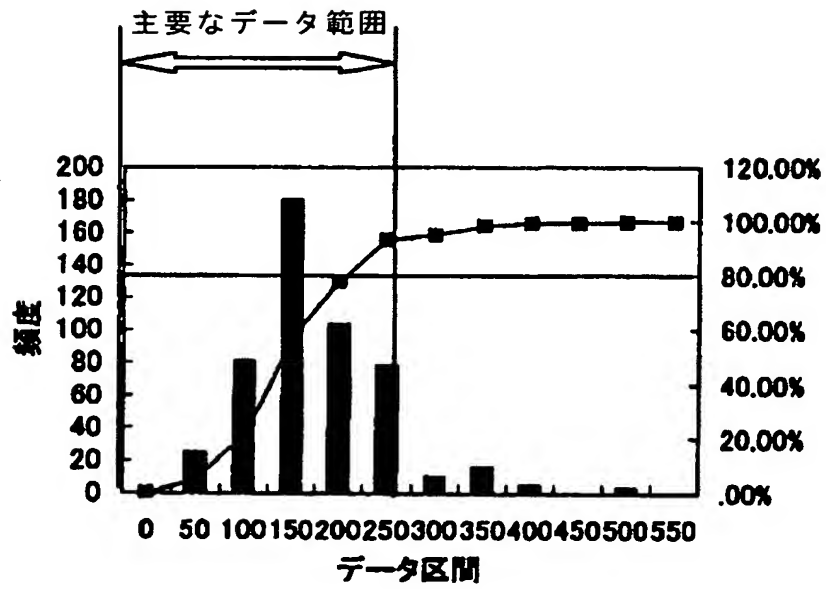
【図 7】



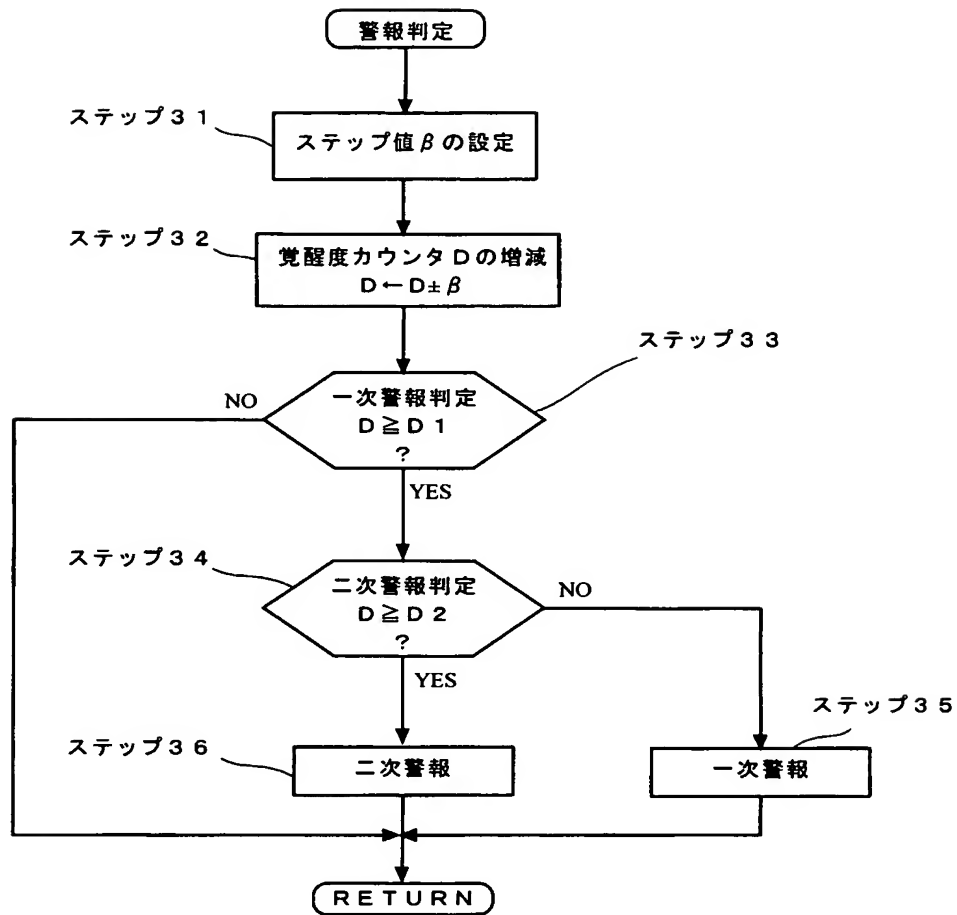
【図 8】



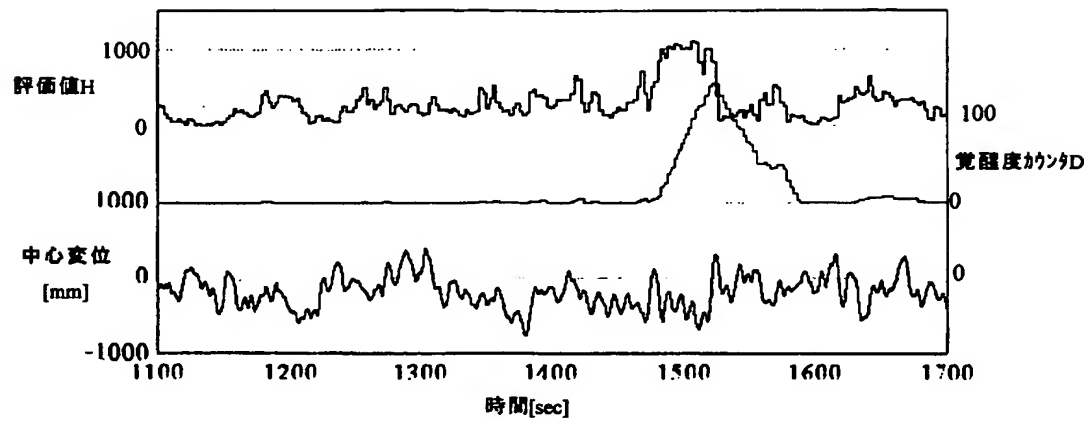
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ドライバの個人差に起因した覚醒度推定の誤判定を解消し、ドライバの覚醒の程度を一層正確に判断する。

【解決手段】 F F T 信号処理部 4 は、時系列的に検出された車幅方向の変位量を周波数変換し各周波数成分パワーを算出する。周波分量算出部 5 は、高周波成分量 P'_{ave} と低周波成分量 P'_{slp} とを算出する。補正係数算出部 7 は、高周波成分量 P'_{ave} に関する高周波パーセンタイル値 α_1 と、低周波成分量 P'_{slp} に関する低周波パーセンタイル値 α_2 とに基づいて、補正係数 K_2 を算出する。評価値算出部 8 は、高周波成分量 P'_{ave} と低周波成分量 P'_{slp} との比を補正係数 K_2 で補正することによって、評価値 H を算出する。そして、判断部 9 は、評価値 H に基づいて、ドライバの覚醒度を判断する。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 2 - 3 0 8 0 8 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 4 8]

1. 変更年月日
[変更理由]

住 所
氏 名

1 9 9 0 年 8 月 9 日

新規登録

東京都新宿区西新宿一丁目 7 番 2 号

富士重工業株式会社